

КРЕМНИЙ В УЛЬТРАПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ РАЙОНА С ВЫСОКОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Д. А. Воробьева

Научный руководитель доцент Н. В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Определяющим процессом в формировании природных вод разнообразного состава и солености, согласно современным представлениям, является взаимодействие воды с горными породами. На каждой стадии взаимодействия в системе вода–порода формируется строго определенный состав вод [1]. Многолетнее воздействие выбросов Кольской горно-металлургической компании (КГМК) (площадка Мончегорск) на территории водосбора озера Имандра привело к деградации лесных ландшафтов вплоть до полного разрушения лесов и образования техногенных пустошей [2, 3]. Поэтому встает вопрос об особенностях формирования вод в таких условиях [4, 5].

В основу работы положены материалы гидрогеохимических исследований, проведенных в окрестностях озера Имандра (Кольский полуостров) летом 2014 и 2016 годов (рисунок 1). Восточную часть территории водосбора озера Имандра занимает щелочной Хибинский массив. Западная часть территории, находящаяся под влиянием пыле-газовых выбросов медно-никелевого комбината, представляет собой холмисто-увалистую равнину с участком техногенной пустоши. Геологическая структура здесь представлена основными и ультраосновными породами, перекрытыми моренными озерно-ледниковыми и флювиогляциальными отложениями.

В Мончегорском районе в западной части водосбора оз. Имандра в составе водовмещающих отложений отмечены интрузивные (гранодиориты, тоналиты, плагиограниты) и вулканогенные образования (кислые и средние метавулканыты) верхнего (позднего) архея (лопий), интрузивные образования нижнего (раннего) протерозоя – нориты, габронориты, диориты и вулканогенные-базальтовые порфириты, диабазы и перидотиты, пироксениты, габронориты) [6].

В восточной части водосбора оз. Имандра водовмещающие породы сложены преимущественно алюмосиликатными образованиями, и геологическое строение представлено контактом интрузивных образований девона - щелочные ультрамафиты - с вулканогенными образованиями – базальтовые порфириты, диабазы – и осадочными – переслаивание андезитовых базальтов, порфиритов, туфов, алевропелитовых сланцев нижнего (раннего) протерозоя (кельвия) [6].

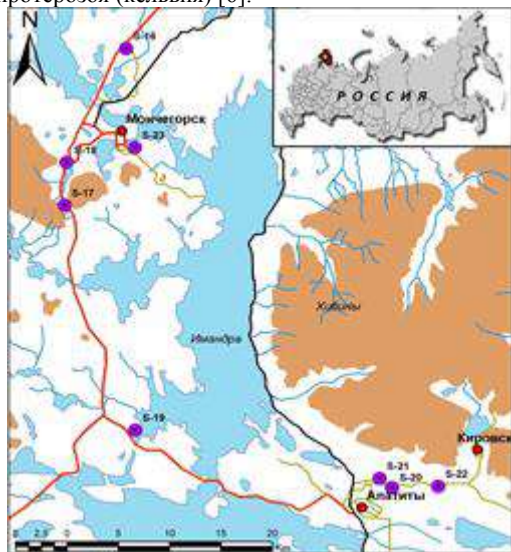


Рис. 1. Схема пунктов гидрогеохимического опробования

Родники «Болотный» (S-16), «Горный» (S-17), «Кислая губа» (S-19), «Прихбинский» (S-22), «Спортивный» (S-23) представляют собой зоны разгрузки трещинножильных вод кристаллического основания в толще четвертичных отложений, питание которых осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока вод из глубоких зон. Остальные («Дорожный» S-18, «Молодежный» S-20, «Поддорожный» S-21) являются зонами разгрузки водоносных горизонтов флювиогляциальных и озерно-ледниковых отложений с атмосферным питанием [7].

Режим подземных вод на территории определяется климатическими условиями Кольского полуострова, гидрогеологическими и геоструктурными особенностями Балтийского кристаллического щита. Изменение подземного стока по территории совпадает с общим уменьшением высоты местности и расчлененности рельефа в направлении с запада на восток и от центральной горной части Кольского полуострова в сторону побережий и колеблется от 2,0 до 5,0 л/ (сек*км²) и больше [8].

Высокая интенсивность водообмена, алюмосиликатный состав водовмещающих отложений определяют формирование ультрапресных подземных вод с минерализацией 32-111 мг/дм³ и накопление в них кремния. Концентрация кремния в воде увеличивается пропорционально росту ее минерализации: от 4 мг/дм³ Si в родниках «Дорожный» (S-18) и «Горный» (S-17) при

минерализации около 30 мг/дм³ и до 8-9 мг/дм³ Si в родниках «Болотный» (S-16) и «Спортивный» (S-23) с минерализацией 62-82 мг/дм³ в западной части водосбора оз. Имандра. В восточной части оз. Имандра содержания кремния изменяются от 4 до 6 мг/ дм³ при минерализации вод от 111 до 201 мг/дм³.

Сравнение химического состава подземных вод основных гидрогеологических провинций зоны гипергенеза по [9] и исследуемого района (таблица 1) позволяет отметить то, что содержание кремния в подземных водах водосбора озера Имандра сопоставимо с уровнем его содержания в подземных водах провинций выщелачивания. Однако, минерализация вод в этих провинциях существенно выше, чем на изучаемой территории.

Обращает на себя внимание и то, что в столь маломинерализованных водах отношение содержания кремния к сумме основных катионов достигает 0,31, тогда как для подземных вод выщелачивания значительное соотношение наблюдается только в провинции тропического климата – 0,26, при общей минерализации 161 мг/дм³ и содержании Si – 9,8 мг/дм³ (таблица 1).

Также можно отметить нехарактерное для низкоминерализованных вод соотношение содержания кремния к содержанию основных катионов (таблица 2). В подземных водах восточной части водосбора озера Имандра концентрации кальция и натрия превышают содержание кремния. В то же время в западной части содержание кремния соизмеримо с содержанием кальция и вдвое превышает концентрацию натрия. В целом, в подземных водах водосбора оз. Имандра концентрации кремния существенно превышают концентрации магния и особенно калия. Такой характер обогащения вод катионами объясняются особенностями взаимодействия вод с минералами вмещающих пород.

СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ.

Таблица 1

Содержание кремния в подземных водах основных гидрогеологических провинций зоны гипергенеза

Показатель	Подземные воды провинций выщелачивания [9]				Подземные воды континентального засоления [9]	Подземные воды водосбора озера Имандра
	тропическо го климата	многолетней мерзлоты	горных областей	умеренного климата		
Si, мг/дм ³	9,8	4,0	7,1	6,2	14,6	5,96
Si/Σкатионов	0,26	0,14	0,10	0,07	0,04	0,31
Минерализация, мг/дм ³	161	121	270	337	1322	88

Согласно [10], подземные воды находятся в состоянии насыщения окислами и гидроокислами железа и алюминия: гиббситом, гематитом, гетитом, диаспором, бемитом. Рассматриваемые воды не насыщены оксидами кремния (халцедон, кристобалит, кварц), происходит растворение этих минералов, чем можно объяснить накопление кремния в воде и его высокие концентрации.

Таблица 2

Соотношение катионов в подземных водах водосбора озера Имандра (Кольский полуостров)

№	Родник	Минерализация, мг/дм ³	Si, мг/дм ³	Si/Ca	Si/Mg	Si/Na	Si/K	Si/Σкатионов
S-16	«Болотный»	61,8	8,37	1,1	1,9	2,2	6,2	0,49
S-17	«Горный»	30,5	3,70	0,7	3,5	2,3	14,1	0,44
S-18	«Дорожный»	37,3	4,52	0,9	2,2	1,6	7,3	0,43
S-19	«Кислая Губа»	67	4,97	0,5	1,8	1,4	2,4	0,26
S-20	«Молодежный»	115	4,10	0,2	3,1	0,6	3,5	0,13
S-21	«Поддорожный»	201	6,23	0,2	1,5	0,4	3,1	0,10
S-22	«Прихобинский»	111	6,22	0,5	2,9	0,6	1,2	0,20
S-23	«Спортивный»	82,2	9,58	0,9	1,9	2,9	8,9	0,46

Таким образом, ультрапресные подземные воды района озера Имандра (Кольский полуостров) – это воды зоны интенсивного водообмена, имеющие малое время взаимодействия с горной породой. Это определяет нахождение этих вод на начальной стадии взаимодействия в системе «вода-порода». Они насыщены оксидами и гидроксидами алюминия и железа. Особенностью рассматриваемых вод является то, что кремний составляет существенную долю от суммы основных катионов – от 10 до почти 50%, что исключительно для вод столь низкой минерализации.

Литература

1. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода: в 5 томах. Т. 1: Система вода-порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие и моделирование/ В.А. Алексеев [и др.]; отв. редактор тома С.Л. Шварцев; ОИГГМ СО РАН [и др.], - Изд-во СО РАН, 2005 – 244 с.
2. Евтюгина З. А., Асминг В. Э. Особенности формирования состава инфильтрационных вод в условиях аэротехногенного загрязнения // Вестник МГТУ: труды Мурманского государственного технического университета. - 2013. - Т. 16, № 1. - С. 73-80
3. Ershov V.V., Lukina N.V., Orlova M.A., Zukert N.V. Dynamics of snowmelt water composition in conifer forests exposed to airborne industrial pollution // Russian Journal of Ecology. – 2016. – V. 47. – № 1. – P. 46-52.
4. Дауэальтер В.А., Дауэальтер М.В., Салтан Н.В., Семенов Е.Н. Химический состав поверхностных вод в зоне влияния комбината «Североникель» // Геохимия. – 2009. – № 6. – С. 628-646.
5. Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А. Формирование химического состава вод Мурманской области в условиях функционирования горнорудных и металлургических производств // Арктика: экология и экономика. – 2015. – № 4 (20). – С. 4-13.
6. Геологическая карта Кольского региона, Апатиты, 2001.
7. Ананьев В.Н. Родники Мурманской области: справочник. — Мурманск: Книжное изд-во, 2010. — 88 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР, Том 1 Кольский полуостров / под ред. Ю. А. Елксина, В. В. Куприянова. — Л.: Гидрометеоиздат, 1970.
9. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
10. Воробьева Д.А. Исследование насыщенности ультрапресных вод района озера Имандра (Кольский полуостров) вторичными минералами // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студ., аспирантов и молодых ученых. - Томск, 2017.— Т. 1 – С. 528-530

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА УГЛЕКИСЛЫХ РОДНИКОВ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Е.А. Ворожейкина

Научный руководитель доцент Гусева Н.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Углекислые минеральные воды – природные воды, имеющие различный ионный состав, минерализацию и температуру и содержащие не менее 500 мг/л свободной двуокиси углерода (CO₂), согласно [2].